

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-283459

(P2001-283459A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A

G 0 2 B 13/00

G 0 2 B 13/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数52 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2001-17210 (P2001-17210)

(22) 出願日 平成13年1月25日 (2001. 1. 25)

(31) 優先権主張番号 特願2000-17435 (P2000-17435)

(32) 優先日 平成12年1月26日 (2000. 1. 26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 小嶋 俊之

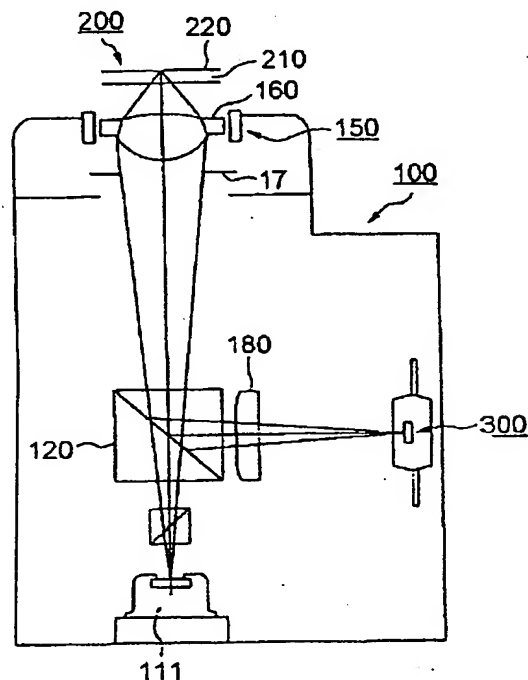
東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置および光ピックアップ装置用対物レンズ

(57) 【要約】

【課題】 使用環境の温度変化に対して十分な性能が確保できる樹脂材料からなり、かつ有限共役光学系を構成できる対物レンズ、及びかかる対物レンズを用いた光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 光ピックアップ装置100において、有限共役光学系を1枚の樹脂製対物レンズ160で構成することにより低コストでコンパクトな装置構成を達成し、かつ対物レンズ160を、ベース面（回折パターンの包絡面）で、環境温度変化による軸上球面収差変化量を補正したとともに、少なくとも1面に設けた回折面で、球面収差を補正することによって、樹脂製レンズの欠点である温度変動に伴う屈折率変化に起因する軸上球面収差の変化を抑えることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長 $\lambda 1$ (nm) の光束を出射する光源と、

前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、
前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有し、

前記対物レンズはプラスチックレンズであり、
前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、

前記対物レンズの光情報記録媒体側の開口数をNA

(1)、前記対物レンズの結像倍率を $m o 1$ としたときに、

$$NA(1) \geq 0.49$$

$$-1/2 \leq m o 1 \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、

環境温度 $20^{\circ}C$ ないし $30^{\circ}C$ の範囲内での温度変化 $\Delta T (^{\circ}C)$ に対する前記集光光学系の軸上球面収差変化量を $\Delta SA 1$ としたときに

$$|\Delta SA 1 / \Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms} / ^{\circ}C$$

を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項2】 環境温度 $20^{\circ}C$ ないし $30^{\circ}C$ の範囲内での温度変化 $\Delta T (^{\circ}C)$ に対する前記光源の波長変化量を $\Delta \lambda 1$ (nm) としたときに、

$$0 \leq \Delta \lambda 1 / \Delta T \leq 0.5 \text{ nm} / ^{\circ}C$$

であることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。

【請求項3】 波長 $\lambda 1$ (nm) において、環境温度 $20^{\circ}C$ ないし $30^{\circ}C$ の範囲内での温度変化 $\Delta T (^{\circ}C)$ に対する前記プラスチックレンズ素材の屈折率の変化量を $\Delta n 1$ としたときに、

$$-0.0002 / ^{\circ}C < \Delta n 1 / \Delta T < -0.00005 / ^{\circ}C$$

であることを特徴とする請求項1又は2記載の光ピックアップ装置。

【請求項4】 前記対物レンズはトラッキングのために前記対物レンズの光軸に垂直な方向に駆動されることで光源との相対位置が変化し、前記対物レンズを出射した光束の波面収差の非点収差成分が最小となる位置は、対物レンズの光軸と前記光源の光束中心とがずれている位置であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項5】 前記光源と前記光情報記録媒体の情報記録面との距離をUとしたときに、

$$10 \text{ mm} < U < 40 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項6】 波長 $\lambda 1$ (nm) の第1の光源と、
波長 $\lambda 2$ (nm) ($\lambda 2 > \lambda 1$) の第2の光源と、

前記第1の光源および第2の光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、

前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有し、

第1の光源からの第1光束により、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体に対して情報を記録および／または再生し、

第2の光源からの第2光束により、透明基板の厚さが $t 2$ の第2光情報記録媒体に対して情報を記録および／または再生し、

前記対物レンズはプラスチックレンズであり、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、

前記第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、

前記第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数をNA2としたとき、

$$t 1 < t 2$$

$$NA 1 > NA 2$$

であって、

前記対物レンズの前記第1光束に対する光情報記録媒体側の開口数をNA(1)、

前記対物レンズの前記第1光束に対する結像倍率を $m o 1$ としたときに、

$$NA(1) \geq 0.56$$

$$-1/5 \leq m o 1 \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、

環境温度 $20^{\circ}C$ ないし $30^{\circ}C$ の範囲内での温度変化 $\Delta T (^{\circ}C)$ に対する前記集光光学系の軸上球面収差変化量を $\Delta SA 1$ としたときに、

$$|\Delta SA 1 / \Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms} / ^{\circ}C$$

を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項7】 前記対物レンズの第2の光束に対する結像倍率を $m o 2$ としたときに、

$$|m o 2 - m o 1| < 0.10$$

であることを特徴とする請求項6記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】 前記第1の光束と第2の光束を合波することのできる光合波手段を有することを特徴とする請求項6又は7記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】 前記第1の光束と第2の光束が共通して通過する光路に、第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を遮蔽する開口制限手段を有することを特徴とする請求項6から8のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】 前記開口制限手段は、対物レンズと一体化されていることを特徴とする請求項9記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】 前記対物レンズと一体化された開口制限手段は、前記対物レンズの一方の面に施され、第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を反射する部分ダイクロイックコーティングであることを特徴とする請求項10記載の光ピックアップ装置。

【請求項12】 前記回折パターンは前記対物レンズの一方の面にのみあり、前記部分ダイクロイックコーティングは回折パターンのない方の面に施されていることを特徴とする請求項11記載の光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記部分ダイクロイックコーティングの波長 $\lambda 2$ の光束の反射率が30%から70%であることを特徴とする請求項11または12記載の光ピックアップ装置。

【請求項14】 前記対物レンズの両方の面が回折パターンを有し、前記対物レンズと一体化された開口制限手段は、前記対物レンズの一方の面にある第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を回折する部分回折パターンであることを特徴とする請求項10記載の光ピックアップ装置。

【請求項15】 前記情報記録面に入射する光束を、光軸近傍の内側光束、前記内側光束より外側の中間光束、前記中間光束より外側の外側光束の少なくとも3つの光束に分けた場合において、

前記第1の光源からの光束のうち内側光束および外側光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第1の光情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生し、

前記第2の光源からの光束の内側光束および中間光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第2の光情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生することを特徴とする特許請求項6ないし14のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項16】 前記第2の光源からの光束のうち、前記第2の光情報記録媒体の情報記録面に入射する内側領域の波面収差の3次球面収差成分はアンダーであることを特徴とする特許請求項15に記載の光ピックアップ装置。

【請求項17】 前記光検出器は、第1の光源と第2の光源に対して共通であることを特徴とする請求項6から16のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項18】 前記光検出器は、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とを別々に備え、それぞれ空間的に離れた位置にあることを特徴とする請求項6から16のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項19】 少なくとも、前記第1の光源と第1の光検出器もしくは第2の光源と第2の光検出器の一对がユニット化されていることを特徴とする請求項18記載の光ピックアップ装置。

【請求項20】 前記第1の光源、第2の光源および共通の光検出器（単一の光検出器）は、ユニット化されていることを特徴とする請求項17記載の光ピックアップ装置。

【請求項21】 前記光検出器において、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とが別体であり、前記第1の光源と第2の光源と第1の光検出器と第2の光検出器は、ユニット化されていることを特徴とする請求項6から16のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項22】 前記第1の光源と第2の光源とはユニット化されており、前記光検出器とは空間的に離れた位置にあることを特徴とする請求項6から16のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項23】 前記第1の光源から前記対物レンズへ至る光路中もしくは前記第2の光源から前記対物レンズへ至る光路中の少なくとも一方に、光源からの光束の発散度を小さくするカップリングレンズを含むことを特徴とする請求項6から22のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項24】 波長 $\lambda 1$ (nm)の光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光源の出射光束の前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有し、

前記光源から光束により、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体及び透明基板の厚さが $t 2$ の第2光情報記録媒体に対して情報を記録または再生し、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、

前記第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数を $NA 1$ 、

前記第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数を $NA 2$ としたとき、

$$t 1 < t 2$$

$$NA 1 > NA 2$$

であって前記対物レンズの結像倍率を $m o 1$ としたときに、

$$-1/5 \leq m o 1 \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、

環境温度 $20^{\circ}C$ ないし $30^{\circ}C$ の範囲内での温度変化

$\Delta T (^{\circ}C)$ に対する前記集光光学系の軸上球面収差変

化量を $\Delta SA1$ としたときに、

$$|\Delta SA1/\Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms}/^{\circ}C$$

を満足し、さらに第2光情報記録媒体の記録及び/又は再生時には光源からの光束のうち中央部分は透過し外側の領域を遮蔽する開口制限手段を有することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項25】 波長 $\lambda 1$ (nm)の光束を出射する光源と、

前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、

前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置用の対物レンズであって、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、

前記対物レンズの光情報記録媒体側の開口数をNA

(1)、前記対物レンズの結像倍率を $mo1$ としたときに、

$$NA(1) \geq 0.49$$

$$-1/2 \leq mo1 \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、

環境温度 $20^{\circ}C$ ないし $30^{\circ}C$ の範囲内での温度変化 $\Delta T (^{\circ}C)$ に対する前記集光光学系の軸上球面収差変化量を $\Delta SA1$ としたときに

$$|\Delta SA1/\Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms}/^{\circ}C$$

を満足することを特徴とする対物レンズ。

【請求項26】 環境温度 $20^{\circ}C$ ないし $30^{\circ}C$ の範囲内での温度変化 $\Delta T (^{\circ}C)$ に対する前記光源の波長変化量を $\Delta \lambda 1$ (nm)としたときに、

$$0 \leq \Delta \lambda 1/\Delta T \leq 0.5 \text{ nm}/^{\circ}C$$

であることを特徴とする請求項25記載の対物レンズ。

【請求項27】 波長 $\lambda 1$ (nm)において、環境温度 $20^{\circ}C$ ないし $30^{\circ}C$ の範囲内での温度変化 $\Delta T (^{\circ}C)$ に対する前記プラスチックレンズ素材の屈折率の変化量を $\Delta n1$ としたときに、

$$-0.0002/^{\circ}C < \Delta n1/\Delta T < -0.00005/^{\circ}C$$

であることを特徴とする請求項26又は27記載の対物レンズ。

【請求項28】 前記対物レンズは、前記光ピックアップ装置におけるトラッキングのために前記対物レンズの光軸に垂直な方向に駆動されることで光源との相対位置が変化し、前記対物レンズを出射した光束の波面収差の非点収差成分が最小となる位置は、対物レンズの光軸と前記光源の光束中心とがずれている位置であることを特徴とする請求項25から27のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項29】 前記光ピックアップ装置における前記光源と前記光情報記録媒体の情報記録面との距離をUと

したときに、

$$10 \text{ mm} < U < 40 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする請求項25から28のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項30】 波長 $\lambda 1$ (nm)の第1の光源と、

波長 $\lambda 2$ (nm) ($\lambda 2 > \lambda 1$)の第2の光源と、

前記第1の光源および第2の光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、

10 前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置の対物レンズであって、前記光ピックアップ装置が、

第1の光源からの第1光束により、透明基板の厚さが $t1$ の第1光情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生し、

第2の光源からの第2光束により、透明基板の厚さが $t2$ の第2光情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生するようになっており、

20 前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、

前記第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、

前記第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数をNA2としたとき、

$$30 \quad t1 < t2$$

$$NA1 > NA2$$

であって、

前記対物レンズの前記第1光束に対する光情報記録媒体側の開口数をNA(1)、

前記対物レンズの前記第1光束に対する結像倍率を $mo1$ としたときに、

$$NA(1) \geq 0.56$$

$$-1/5 \leq mo1 \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、

40 環境温度 $20^{\circ}C$ ないし $30^{\circ}C$ の範囲内での温度変化 $\Delta T (^{\circ}C)$ に対する前記集光光学系の軸上球面収差変化量を $\Delta SA1$ としたときに、

$$|\Delta SA1/\Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms}/^{\circ}C$$

を満足することを特徴とする対物レンズ。

【請求項31】 前記対物レンズの第2の光束に対する結像倍率を $mo2$ としたときに、

$$|mo2 - mo1| < 0.10$$

であることを特徴とする請求項30記載の対物レンズ。

50 【請求項32】 前記光ピックアップ装置は、前記第1の光束と第2の光束を合波することのできる合波手段

を有することを特徴とする請求項30又は31記載の対物レンズ。

【請求項33】 前記光ピックアップ装置において、前記第1の光束と第2の光束が共通して通過する光路に、第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を遮蔽する開口制限手段を有することを特徴とする請求項30から32のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項34】 前記開口制限手段は、対物レンズと一体化されていることを特徴とする請求項33記載の対物レンズ。

【請求項35】 前記対物レンズと一体化された開口制限手段は、前記対物レンズの一方の面に施され、第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を反射する部分ダイクロイックコーティングであることを特徴とする請求項34記載の対物レンズ。

【請求項36】 前記回折パターンは前記対物レンズの一方の面にのみあり、前記部分ダイクロイックコーティングは回折パターンのない方の面に施されていることを特徴とする請求項35記載の対物レンズ。

【請求項37】 前記部分ダイクロイックコーティングの波長 λ_2 の光束の反射率が30%から70%であることを特徴とする請求項35または36記載の対物レンズ。

【請求項38】 前記対物レンズの両方の面が回折パターンを有し、前記対物レンズと一体化された開口制限手段は、前記対物レンズの一方の面にある第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を回折する部分回折パターンであることを特徴とする請求項34記載の対物レンズ。

【請求項39】 前記光ピックアップ装置において、前記情報記録面に入射する光束を、光軸近傍の内側光束、前記内側光束より外側の中間光束、前記中間光束より外側の外側光束の少なくとも3つの光束に分けた場合において、前記第1の光源からの光束のうち内側光束および外側光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第1の光情報記録媒体に対して情報を記録および／または再生し、前記第2の光源からの光束の内側光束および中間光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第2の光情報記録媒体に対して情報を記録および／または再生することを特徴とする特許請求項30ないし38のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項40】 前記光ピックアップ装置において、前記第2の光源からの光束のうち、前記第2の光情報記録媒体の情報記録面に入射する内側領域の波面収差の3次球面収差成分はアンダーであることを特徴とする請求項39に記載の対物レンズ。

【請求項41】 前記光ピックアップ装置の前記光検出

器は、第1の光源と第2の光源に対して共通であることを特徴とする請求項30から40のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項42】 前記光ピックアップ装置の前記光検出器は、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とを別々に備え、それぞれ空間的に離れた位置にあることを特徴とする請求項30から40のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項43】 前記光ピックアップ装置において、少なくとも、前記第1の光源と第1の光検出器もしくは第2の光源と第2の光検出器の一对がユニット化されていることを特徴とする請求項42記載の対物レンズ。

【請求項44】 前記光ピックアップ装置において、前記第1の光源、第2の光源および共通の光検出器（単一の光検出器）は、ユニット化されていることを特徴とする請求項41記載の対物レンズ。

【請求項45】 前記光ピックアップ装置の前記光検出器において、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とが別体であり、前記第1の光源と第2の光源と第1の光検出器と第2の光検出器は、ユニット化されていることを特徴とする請求項30から40のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項46】 前記光ピックアップ装置において、前記第1の光源と第2の光源とはユニット化されており、前記光検出器とは空間的に離れた位置にあることを特徴とする請求項30から40のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項47】 前記光ピックアップ装置において、前記第1の光源から前記対物レンズへ至る光路中もしくは前記第2の光源から前記対物レンズへ至る光路中の少なくとも一方に、光源からの光束の発散度を小さくするカップリングレンズを含むことを特徴とする請求項30から46のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項48】 波長 λ_1 (nm) の光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光源の出射光束の前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置用の対物レンズであって、

前記光ピックアップ装置は、前記光源から光束により、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体及び透明基板の厚さが t_2 の第2光情報記録媒体に対して情報を記録または再生し、

前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、

前記第1光情報記録媒体を波長 λ_1 で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、

前記第2光情報記録媒体を波長 λ_1 で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数を NA_2 としたとき、

$$t_1 < t_2$$

$$NA_1 > NA_2$$

であって前記対物レンズの結像倍率を m_o1 としたときに、

$$-1/5 \leq m_o1 \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、

環境温度 20°C ないし 30°C の範囲内での温度変化 ΔT ($^\circ\text{C}$)に対する前記集光光学系の軸上球面収差変化量を ΔSA_1 としたときに、

$$|\Delta SA_1 / \Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms} / ^\circ\text{C}$$

を満足し、さらに第2光情報記録媒体の記録及び／又は再生時には光源からの光束のうち中央部分は透過し外側の領域を遮蔽する開口制限手段を有することを特徴とする対物レンズ。

【請求項49】 少なくとも1つの面に回折パターンを有するプラスチックレンズであって、非点収差量を ΔZ としたとき、

$$0.2 \mu\text{m} < \Delta Z < 0.7 \mu\text{m}$$

であることを特徴とする光情報記録媒体の記録および／または再生用の対物レンズ。

【請求項50】 軸上色収差は、使用波長近傍で補正過剰であることを特徴とする請求項49記載の光情報記録媒体の記録および／または再生用の対物レンズ。

【請求項51】 波長 620nm から 680nm の光源と、光源とは反対側に厚さ 0.6mm のポリカーボネート透明基板を配置し該透明基板を介して測定した波面収差の3次球面収差成分が最小となる前記対物レンズの結像倍率を M_{min} としたときに、

$$-1/5 \leq M_{min} \leq -1/12$$

を満たし、

少なくとも1つの面に回折パターンを有するプラスチックレンズであることを特徴とする光情報記録媒体の記録および／または再生用の対物レンズ。

【請求項52】 前記対物レンズの結像倍率 M_{min} が、

$$-1/5 \leq M_{min} \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする請求項51記載の光情報記録 * 40

$$\Delta SA / \Delta T = k \cdot f (1-m)^4 (NA)^4 / \lambda \quad (1)$$

と表すことができる。尚、樹脂材料から形成されたレンズが正の屈折力を有する場合、温度が上昇すると3次の球面収差がよりオーバーになる。すなわち、上式(1)において、係数 k は正の値となる。また、樹脂材料から形成された単レンズを対物レンズとした場合、係数 k はより大きな正の値となる。

【0004】 現在広く用いられているコンパクトディスク用の対物レンズでは、 NA が 0.45 程度であるため、使用環境の温度変化に伴って発生する収差は問題と

*媒体の記録および／または再生用の対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ピックアップ装置及び樹脂製の対物レンズに関し、特に温度特性及び収差を改善した対物レンズを用いた光情報記録媒体の記録及び／又は再生用として好適に用いられる光ピックアップ装置及びその対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のCD再生装置において要求される精度を有する光情報記録媒体の記録再生用光学系（尚、本明細書中で云う記録再生用光学系あるいは記録再生装置とは記録用光学系、再生用光学系、記録と再生との両用の光学系あるいはそれらを用いた装置を含む）としては、無限共役型の光学系が特開昭57-76512号公報に開示され、有限共役型の光学系が特開昭61-56314号公報等に開示されている。また、樹脂製対物レンズを用いた場合の温度変化による収差の発生を減じるため、カップリングレンズを用いたものが特開平6-258573号公報に開示されている。しかるに、近年においては低コスト化などの要求から、記録再生用光学系、特にその対物レンズに関しては、樹脂（プラスチック）材料を用いて形成されたレンズが広く使用されている。

【0003】 しかし、樹脂材料から形成された対物レンズにおいては、温度変化に伴う屈折率の変化によって発生する収差が、ガラス材料から形成されたレンズより大きくなるという問題がある。一般的には、この屈折率の変化は樹脂材料とガラス材料とで一桁以上異なっている。ここで、基準設計温度と実際の使用環境との温度差を ΔT としたとき、この温度差 ΔT によって変化する収差は主に3次球面収差である。波面収差の3次球面収差成分を rms 値で表したものを SA とし、ここでは球面収差が正の場合（オーバー）を $SA > 0$ 、負（アンダー）の場合を $SA < 0$ と符号を定義する。温度変化 ΔT によって変化する3次球面収差 ΔSA (λ_{rms})は、対物レンズの光情報記録媒体側（像側）開口数 NA 、焦点距離 f 、結像倍率 m 、比例係数 k 、光の波長 λ を用いて、

なるほどの水準には至らないといえる。しかし、光情報記録媒体の高密度化が推進されつつある現在、記録再生装置の光学系を構成する対物レンズも、それに対応することが要求されている。

【0005】 具体的には、光情報記録媒体としてCD（記憶容量：640MB）と同程度の大きさで記録密度を高めたDVD（記憶容量：4.7GB）が開発され、急速に普及が進んでいる。DVDを再生するためには、光源の波長が 635nm から 660nm の範囲内にある

所定の波長のレーザ光を使用することが一般的である。また、一般的にはレーザ光源からの発散光束は、コリメートレンズで平行光束にされてからDVD側のNAが0.6又はそれ以上の対物レンズに入射され、DVDの透明基板を介して情報記録面に集光される。

【0006】特に最近、さらなる高NAの対物レンズやさらなる短波長光源を利用し、10ないし30GBの記憶容量をもつCDやDVDと同様の光情報記録媒体の開発が盛んである。短波長光源として有望視されているものとして、発振波長400nm程度のGaN青色半導体レーザやSHG青色レーザがある。すなわち、記録再生装置における光学系は、高NAが要求されると共に、波長がより短いレーザ光に対応させる必要が生じている。

【0007】これを波面収差より考察するに、上記式(1)において、例えばNAが0.45から0.6へと増大し、レーザ光の波長 λ が660nmから400nmへと短くなったとき、波面収差 W_{rms} は、 $(0.6/0.45)^4 \div 400/660 = 5.17$ 倍に増大する。

【0008】ここで、式(1)に基づき波面収差を小さく抑えるために、焦点距離 f を小さくすることが考えられるが、現実には、フォーカシング作動距離を確保する必要があるために f を現在以上に小さくすることは困難である。また、 $m < 0$ の有限共役型光学系や、 $m = 0$ の無限共役型光学系では、高NAの場合、温度変化に伴って発生する収差がより深刻な問題となってきた。カップリングレンズを用いた光学系で $0 < m < 1$ とし、温度特性を改善することも考えられるが、この場合、フォーカシングに必要な作動距離を確保するためには、光学系の物像間距離を長くするか、または高NAのカップリングレンズが必要となり、光学系更には装置が大型化してしまうという問題がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の樹脂材料で形成された対物レンズを用いたレンズ系では温度変化により生じる樹脂材料の屈折率変化 Δn を原因とする、対物レンズの像側の開口数NAの4乗に比例した収差の発生によって、高NAの光学系を実現させること*

$$NA(1) \geq 0.49 \quad (1)$$

$$-1/2 \leq m \leq 1 \leq -1/7.5 \quad (2)$$

を満たすとともに、環境温度20°Cないし30°Cの範囲内での温度変化 ΔT (°C)に対する前記集光光学*

$$|\Delta SA1/\Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms}/^\circ C \quad (3)$$

を満たすことを特徴とする。

【0015】光情報記録媒体の記録再生に多く使われている回折パターンのない非球面樹脂製対物単レンズのよ

$$\begin{aligned} \partial SA/\partial T &= (\partial SA/\partial n) \cdot (\partial n/\partial T) \\ &\quad + (\partial SA/\partial n) \cdot (\partial n/\partial \lambda) \cdot (\partial \lambda/\partial T) \\ &= (\partial SA/\partial n) \{ (\partial n/\partial T) + (\partial n/\partial \lambda) \cdot (\partial \lambda/\partial T) \} \end{aligned} \quad (4)$$

*は困難であった。

【0010】従って、レーザ光源の短波長化と対物レンズの高NA化により、高密度の情報記録を達成しようとする光情報記録再生装置の光学系においては、樹脂製の対物レンズを用いる代わりに、温度変化に対する屈折率変化は小さいが、よりコストの高いガラスモールドレンズやガラスの組み合わせレンズを用いることを余儀なくされている。

【0011】このような問題に対して、例えば特開平11-337818号には、光ヘッド用の対物レンズに、所定の球面収差特性を有する回折レンズ構造を設けて、温度変化に対する収差を補正する技術が開示されている。

【0012】ところが、光情報記録媒体の記録再生装置のコンパクト化及び低コスト化を図るため、集光光学系におけるレンズの枚数を減少させたいという要求もある。かかる要求を満たすためには、1枚の対物レンズでいわゆる有限共役光学系を構成する必要が生じるが、特開平11-337818号に開示された対物レンズは、有限共役光学系に対応するものではない。

【0013】本発明は、使用環境の温度変化に対して十分な性能が確保できる樹脂材料からなり、かつ有限共役光学系を構成できる対物レンズ、及びかかる対物レンズを用いた光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_1 (nm)の光束を射出する光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有し、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、前記対物レンズの光情報記録媒体側の開口数をNA(1)、前記対物レンズの結像倍率を $m \leq 1$ としたときに、

※系の軸上球面収差変化量を $\Delta SA1$ としたときに

うな球面収差の補正された樹脂製正レンズの温度変化に対する3次の球面収差量の変化を $\partial SA/\partial T$ とすると、以下の式で表せる。

ここで、樹脂材料は、 $(\partial n / \partial T) < 0$ 、 $(\partial n / \partial \lambda) < 0$ である。ガラス材料は、 $(\partial n / \partial T) = 0$ 、 $(\partial n / \partial \lambda) < 0$ である。半導体レーザは、 $(\partial \lambda / \partial T) > 0$ 、SHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ等は $(\partial \lambda / \partial T) = 0$ である。

【0016】尚、ここでガラス材料の $(\partial n / \partial T)$ を0、SHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ等の $(\partial \lambda$

$$\partial SA / \partial T = (\partial SA / \partial n) \cdot (\partial n / \partial T) \quad (5)$$

となる。

【0018】このレンズがガラス製であれば、 $(\partial n / \partial T) = 0$ であるから、 $\partial SA / \partial T = 0$ となる。一方、レンズが樹脂製であれば、 $(\partial n / \partial T) < 0$ であり、この種のレンズは $\partial SA / \partial T > 0$ であることか ※

$$\partial SA / \partial T = (\partial SA / \partial n) \cdot (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \quad (6)$$

であり、 $(\partial n / \partial \lambda) < 0$ 、 $(\partial SA / \partial n) < 0$ であるから $\partial SA / \partial T > 0$ となる。

【0020】また、ガラス材料、樹脂材料を問わず、入射する光がより短波長になると、 $(\partial n / \partial \lambda)$ の絶対値が大きくなる。したがって短波長の半導体レーザを利用する場合、たとえガラス材料であっても球面収差の温度変化に留意する必要がある。

【0021】一方、回折パターンを有する非球面樹脂製★

$$\begin{aligned} \partial SA / \partial T &= (\partial SAR / \partial n) \cdot (\partial n / \partial T) \\ &+ (\partial SAR / \partial n) \cdot (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \\ &+ (\partial SAD / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \end{aligned} \quad (7)$$

ここで、光源がSHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ

$$\partial SA / \partial T = (\partial SAR / \partial n) \cdot (\partial n / \partial T) \quad (8)$$

が成立する。

【0022】ここで、もちろんガラス製レンズの場合には、 $(\partial n / \partial T) = 0$ であり、 $(\partial SAR / \partial n)$ の値によらず、 $\partial SA / \partial T = 0$ となる。一方、レンズが樹脂製であれば、 $(\partial n / \partial T) < 0$ であるが、 $(\partial SAR / \partial n) = 0$ であれば、 $\partial SA / \partial T = 0$ とできる。

【0023】そこで、本発明においては、屈折レンズ部分に関して $(\partial SAR / \partial n) = 0$ とすべく、非球面樹脂

$$\partial SA / \partial T = (\partial SAD / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \quad (9)$$

となるが、一般に $(\partial SAD / \partial \lambda) \neq 0$ であり、3次の球面収差量が温度により変化してしまうことがわかる。

$$\begin{aligned} \partial SA / \partial T &= (\partial SAR / \partial n) \cdot \{ (\partial n / \partial T) \\ &+ (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \} \\ &+ (\partial SAD / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \end{aligned} \quad (10)$$

【0026】ここで、樹脂製レンズの場合、 $(\partial SA / \partial T) < 0$ であり、また光源が半導体レーザであるか *

$$(\partial n / \partial T) + (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) < 0 \quad (11)$$

である。

* ∂T)を0としたが、実際これらの値は厳密に0ではない。しかしながら、本発明の利用分野においては実用上0と考えられ、またそれにより説明を単純化できるので、以下これらの値を0として説明を進める。

【0017】さて、光源がSHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ等であり $(\partial \lambda / \partial T) = 0$ の場合、

※ら、 $(\partial SA / \partial n) < 0$ である。また、光源が半導体レーザの場合は、 $(\partial \lambda / \partial T) > 0$ である。

【0019】このときレンズがガラス製である場合においても

★単レンズについて、温度変化に対する3次の球面収差の変化量を $\partial SA / \partial T$ について定式化すると以下のようになる。この場合、屈折レンズ部分の特性と回折パターン面の特性の双方を取り入れる必要がある。屈折レンズ部分が寄与する球面収差量の変化量 ∂SA に添え字R、回折パターン面が寄与する球面収差量の変化量 ∂SA に添え字Dを付けて示すと、以下のように表せる。

等であり、 $(\partial \lambda / \partial T) = 0$ の場合には、

30 ☆樹脂製単レンズに回折パターンを導入している。但し、この場合屈折レンズ部分だけでは球面収差が残留してしまうが、回折パターンを最適化して全体で球面収差を補正するようにすることで、光情報記録媒体の記録再生に適した対物レンズを設計することができる。

【0024】一方、光源が半導体レーザの場合は $(\partial \lambda / \partial T) > 0$ であり、上記の $(\partial SAR / \partial n) = 0$ の特性を持つ対物レンズの場合、上式(7)より

40 ◆【0025】更に、上式(7)は、以下の式のように変形できる。

*ら、 $(\partial \lambda / \partial T) > 0$ となるので、

50 【0027】前提として、 $(\partial SAR / \partial n) < 0$ とす

15

ると、(11)より(10)の第1項は正の値となる。
 $\partial SA/\partial T=0$ とするためには、第2項が負の値をと
 必要があるが、 $(\partial \lambda/\partial T)>0$ なので、 $(\partial SA$
 $d/\partial \lambda)<0$ が条件となる。

【0028】このような特性の回折パターンを持つ非球*

$$\partial SA/\partial \lambda = (\partial SAR/\partial n) \cdot (\partial n/\partial \lambda) + (\partial SAd/\partial \lambda)$$

で表せるが、第1項は正、第2項は負であるが、良く知
 られているように、回折パターンを持つ非球面単レンズ
 の色収差は、主に回折パターンからの寄与が大きいこと
 から、上式(12)の第2項により $\partial SA/\partial \lambda$ の符号
 がきまり、 $\partial SA/\partial \lambda<0$ となるのが一般的である。

【0030】すなわち、回折パターンを導入した樹脂製
 単レンズでは、 $\partial SA/\partial T>0$ かつ $\partial SA/\partial \lambda<$
 0 とすることで、光源が半導体レーザの場合においても※

$$(\partial SA/\partial T) \cdot (\partial SA/\partial \lambda) < 0$$

となる関係が成立する。ここで、 $(\partial SA/\partial T)>0$
 とした場合の方が、回折パターンのない非球面樹脂製単
 レンズの特性に近いので、回折パターンの負担が少なく
 より好ましい。本発明によれば、使用環境の温度変化に
 対しても十分な性能を確保できる対物レンズが提供され
 ることとなる。

★

$$-1/2 \leq m \leq 1 \leq -1/7.5$$

【0034】このように、対物レンズを単レンズと出来
 れば、光ピックアップ装置をよりコンパクトに抑えるこ
 とが出来る。

【0035】請求項2に記載の光ピックアップ装置は、☆

$$0 \leq \Delta \lambda_1 / \Delta T \leq 0.5 \text{ nm}/^\circ\text{C}$$

であるので、環境温度の変動に対して球面収差変化量を
 より小さく抑えることができ、安価な半導体レーザの使
 用が可能となる。

【0036】請求項3に記載の光ピックアップ装置は、◆

$$-0.0002/^\circ\text{C} < \Delta n_1 / \Delta T < -0.00005/^\circ\text{C}$$

であるので、対物レンズの素材として透過率が良好な樹
 脂を使用出来る。

【0037】請求項4に記載の光ピックアップ装置は、
 記対物レンズがトラッキングのために前記対物レンズの
 光軸に垂直な方向に駆動されることで光源との相対位置
 が変化し、前記対物レンズを出射した光束の波面収差の
 非点収差成分が最小となる位置は、対物レンズの光軸と*40

$$10 \text{ mm} < U < 40 \text{ mm}$$

を満たすので、よりコンパクトな光ピックアップ装置を
 提供できる。

【0039】請求項6に記載の光ピックアップ装置は、
 波長 λ_1 (nm)の第1の光源と、波長 λ_2 (nm)

($\lambda_2 > \lambda_1$)の第2の光源と、前記第1の光源および
 第2の光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明
 基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光
 させる対物レンズを含む集光光学系と、前記第1の光源
 および第2の光源からの出射光束の前記光情報記録媒体

16

*面樹脂製単レンズにおいては、 $(\partial \lambda/\partial T)=0$ の場
 合、上式(8)において $(\partial SAR/\partial n)<0$ でかつ
 $(\partial n/\partial T)<0$ なので $\partial SA/\partial T>0$ となる。

【0029】また、温度が一定で、波長のみが変化する
 場合の球面収差 $\partial SA/\partial \lambda$ は、

$$(12)$$

※ $\partial SA/\partial T=0$ とできる。

【0031】逆に $(\partial SAR/\partial n)>0$ とすると、計
 10 算は省略するが $\partial SA/\partial T<0$ でかつ $\partial SA/\partial \lambda>$
 0 とすることで、光源が半導体レーザの場合においても
 $\partial SA/\partial T=0$ とできる。

【0032】すなわち $\partial SA/\partial T$ と $\partial SA/\partial \lambda$ の符
 号が逆であればよい。このとき、

$$(13)$$

★【0033】DVDと同程度以下の記録密度である光情
 報記録媒体に対して、情報の記録及び/又は再生を行う
 光ピックアップ装置においては、対物レンズは、非球面
 20 や回折面を利用することにより、単レンズとすることが
 できる。かかる場合、対物レンズは式(2)を満たす有
 限共役光学系を構成することとなる。

$$(2)$$

☆環境温度 20°C ないし 30°C の範囲内での温度変化
 ΔT ($^\circ\text{C}$)に対する前記光源の波長変化量を $\Delta \lambda_1$
 (nm)としたときに、

$$(14)$$

◆波長 λ_1 (nm)において、環境温度 20°C ないし 3
 30 0°C の範囲内での温度変化 ΔT ($^\circ\text{C}$)に対する前記
 プラスチックレンズ素材の屈折率の変化量を Δn_1 とし
 たときに、

*前記光源の光束中心とがずれている位置であるので、そ
 れにより非点収差成分が所定値より低い範囲を拡大する
 ことが出来る。

【0038】請求項5に記載の光ピックアップ装置は、
 前記光源と前記光情報記録媒体の情報記録面との距離を
 Uとしたときに、

$$(16)$$

からの反射光を受光する光検出器とを有し、第1の光源
 からの第1光束により、透明基板の厚さが t_1 の第1光
 情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生
 し、第2の光源からの第2光束により、透明基板の厚さ
 が t_2 の第2光情報記録媒体に対して情報を記録および
 /または再生し、前記対物レンズはプラスチックレンズ
 であり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パ
 ターンを有し、前記第1光情報記録媒体を波長 λ_1 で記
 録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報

記録媒体側の必要開口数をNA1、前記第2光情報記録媒体を波長λ2で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数をNA2としたとき、

$$t_1 < t_2$$

*

$$NA(1) \geq 0.56$$

(17)

$$-1/5 \leq m_{o1} \leq -1/7.5$$

(18)

を満たすとともに、環境温度20°Cないし30°Cの範囲内での温度変化ΔT(°C)に対する前記集光光学※

$$|\Delta SA1/\Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms}/^\circ C$$

(19)

を満たすので、異なる波長の光源からの光束を用いても収差が適切に補正され、しかも対物レンズ1枚で有限共役光学系を構成することができるため、より低コストでコンパクトな光ピックアップ装置が提供される。★

$$|m_{o2} - m_{o1}| < 0.10$$

(20)

であることを特徴とするものである。

【0041】請求項8に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光束と第2の光束を合波することのできる光合波手段、例えばビームスプリッタを有することを特徴とするものである。

【0042】請求項9に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光束と第2の光束が共通して通過する光路に、第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を遮蔽する開口制限手段を有することを特徴とするものである。

【0043】請求項10に記載の光ピックアップ装置は、前記開口制限手段が、対物レンズと一体化されていることを特徴とするものである。

【0044】請求項11に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズと一体化された開口制限手段は、前記対物レンズの一方の面に施され、第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を反射する部分ダイクロイックコーティングであることを特徴とするものである。

【0045】請求項12に記載の光ピックアップ装置は、前記回折パターンが前記対物レンズの一方の面にのみあり、前記部分ダイクロイックコーティングが回折パターンのない方の面に施されていることを特徴とするものである。

【0046】請求項13に記載の光ピックアップ装置は、前記部分ダイクロイックコーティングの波長λ2の光束の反射率が30%から70%であることを特徴とするものである。

【0047】請求項14に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの両方の面が回折パターンを有し、前記対物レンズと一体化された開口制限手段は、前記対物レンズの一方の面にある第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を回折する部分回折パターンであることを特徴とするものである。

【0048】請求項15に記載の光ピックアップ装置

*NA1>NA2

であって、前記対物レンズの前記第1光束に対する光情報記録媒体側の開口数をNA(1)、前記対物レンズの前記第1光束に対する結像倍率をm_{o1}としたときに、

※系の軸上球面収差変化量をΔSA1としたときに、

★【0040】請求項7に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズの第2の光束に対する結像倍率をm_{o2}としたときに、

20

は、前記情報記録面に入射する光束を、光軸近傍の内側光束、前記内側光束より外側の中間光束、前記中間光束より外側の外側光束の少なくとも3つの光束に分けた場合において、前記第1の光源からの光束のうち内側光束および外側光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第1の光情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生し、前記第2の光源からの光束の内側光束および中間光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第2の光情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生することを特徴とするものである。

30

【0049】請求項16に記載の光ピックアップ装置は、前記第2の光源からの光束のうち、前記第2の光情報記録媒体の情報記録面に入射する内側領域の波面収差の3次球面収差成分はアンダーであることを特徴とするものである。

【0050】請求項17に記載の光ピックアップ装置は、前記光検出器が、第1の光源と第2の光源に対して共通であることを特徴とするものである。

【0051】請求項18に記載の光ピックアップ装置は、前記光検出器が、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とを別々に備え、それぞれ空間的に離れた位置にあることを特徴とするものである。

40

【0052】請求項19に記載の光ピックアップ装置は、少なくとも、前記第1の光源と第1の光検出器もしくは第2の光源と第2の光検出器の一对がユニット化されていることを特徴とするものである。

【0053】請求項20に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光源、第2の光源および共通の光検出器(単一の光検出器)が、ユニット化されていることを特徴とするものである。

【0054】請求項21に記載の光ピックアップ装置は、前記光検出器において、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とが別体であり、

50

前記第1の光源と第2の光源と第1の光検出器と第2の光検出器は、ユニット化されていることを特徴とするものである。

【0055】請求項22に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光源と第2の光源とがユニット化されており、前記光検出器とは空間的に離れた位置にあることを特徴とするものである。

【0056】請求項23に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の光源から前記対物レンズへ至る光路中もしくは前記第2の光源から前記対物レンズへ至る光路中の少なくとも一方に、光源からの光束の発散度を小さくするカップリングレンズを含むことを特徴とするものである。

【0057】請求項24に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_1 (nm)の光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む*

$$-1/5 \leq m \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、環境温度 20°C ないし 30°C の範囲内での温度変化 ΔT ($^\circ\text{C}$)に対する前記集光光学※20

$$|\Delta SA1/\Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms}/^\circ\text{C}$$

を満足し、さらに第2光情報記録媒体の記録及び/又は再生時には光源からの光束のうち中央部分は透過し外側の領域を遮蔽する開口制限手段を有するので、異なる波長の光源からの光束を用いても収差が適切に補正され、しかも対物レンズ1枚で有限共役光学系を構成することができるため、より低コストでコンパクトな光ピックアップ装置が提供される。

【0058】請求項25に記載の対物レンズは、波長 λ_1 (nm)の光束を出射する光源と、前記光源から出射★30

$$NA(1) \geq 0.49$$

$$-1/2 \leq m \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、環境温度 20°C ないし 30°C の範囲内での温度変化 ΔT ($^\circ\text{C}$)に対する前記集光光学☆

$$|\Delta SA1/\Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms}/^\circ\text{C}$$

を満たすので、高い開口数でも収差の補正を適切に行えるため、より情報密度がより高い光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生が可能な光ピックアップ装置用の対物レンズとして好適であり、しかも対物レンズ1枚で有限共役光学系を構成することができるため、より低コストでコンパクトな光ピックアップ装置が提供さ◆

$$0 \leq \Delta \lambda_1/\Delta T \leq 0.5 \text{ nm}/^\circ\text{C}$$

であることを特徴とするものである。

【0060】請求項27に記載の対物レンズは、波長 λ_1 (nm)において、環境温度 20°C ないし 30°C ★

$$-0.0002/^\circ\text{C} < \Delta n_1/\Delta T < -0.00005/^\circ\text{C} \quad (15)$$

であることを特徴とするものである。

【0061】請求項28に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置におけるトラッキングのために前記対物レンズの光軸に垂直な方向に駆動されることで光源と

*集光光学系と、前記光源の出射光束の前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有し、前記光源から光束により、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体及び透明基板の厚さが t_2 の第2光情報記録媒体に対して情報を記録または再生し、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、前記第1光情報記録媒体を波長 λ_1 で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数を NA_1 、前記第2光情報記録媒体を波長 λ_1 で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数を NA_2 としたとき、

$$t_1 < t_2$$

$$NA_1 > NA_2$$

であって、前記対物レンズの結像倍率を $m \leq 1$ としたときに、

$$(22)$$

※系の軸上球面収差変化量を $\Delta SA1$ としたときに、

$$(23)$$

★された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置用の対物レンズであって、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、前記対物レンズの光情報記録媒体側の開口数を $NA(1)$ 、前記対物レンズの結像倍率を $m \leq 1$ としたときに、

$$(1)$$

$$(2)$$

☆系の軸上球面収差変化量を $\Delta SA1$ としたときに

$$(3)$$

◆れる。

【0059】請求項26に記載の対物レンズは、環境温度 20°C ないし 30°C の範囲内での温度変化 ΔT ($^\circ\text{C}$)に対する前記光源の波長変化量を $\Delta \lambda_1$ (nm)としたときに、

$$(14)$$

*の範囲内での温度変化 ΔT ($^\circ\text{C}$)に対する前記プラスチックレンズ素材の屈折率の変化量を Δn_1 としたときに、

の相対位置が変化し、前記対物レンズを出射した光束の波面収差の非点収差成分が最小となる位置は、対物レンズの光軸と前記光源の光束中心とがずれている位置であることを特徴とするものである。

【0062】請求項29に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置における前記光源と前記光情報記録媒体*

$$10\text{mm} < U < 40\text{mm}$$

を満たすことを特徴とするものである。

【0063】請求項30に記載の対物レンズは、波長 λ_1 (nm)の第1の光源と、波長 λ_2 (nm)($\lambda_2 > \lambda_1$)の第2の光源と、前記第1の光源および第2の光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置の対物レンズであって、前記光ピックアップ装置が、第1の光源からの第1光束により、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生し、第2の光源からの第2光束により、透明基板の厚さが t_2 の第2光情報記録媒体に対して情報を記録※

$$NA(1) \geq 0.56$$

$$-1/5 \leq m_o1 \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、環境温度 20°C ないし 30°C の範囲内での温度変化 ΔT ($^\circ\text{C}$)に対する前記集光光学★

$$|\Delta SA1/\Delta T| \leq 0.0005\text{ l rms}/^\circ\text{C}$$

を満たすので、異なる波長の光源からの光束を用いても収差が適切に補正され、しかも対物レンズ1枚で有限共役光学系を構成することができるため、より低コストでコンパクトな光ピックアップ装置が提供される。 ☆

$$|m_o2 - m_o1| < 0.10$$

であることを特徴とするものである。

【0065】請求項32に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置が、前記第1の光束と第2の光束を合波することのできる光合波手段を有することを特徴とするものである。

【0066】請求項33に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置において、前記第1の光束と第2の光束が共通して通過する光路に、第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を遮蔽する開口制限手段を有することを特徴とするものである。

【0067】請求項34に記載の対物レンズは、前記開口制限手段が、対物レンズと一体化されていることを特徴とするものである。

【0068】請求項35に記載の対物レンズは、前記対物レンズと一体化された開口制限手段が、前記対物レンズの一方の面に施され、第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を反射する部分ダイクロイックコーティングであることを特徴とするものである。

【0069】請求項36に記載の対物レンズは、前記回折パターンは前記対物レンズの一方の面にのみあり、前記部分ダイクロイックコーティングは回折パターンのない方の面に施されていることを特徴とするものである。

*体の情報記録面との距離を U としたときに、

$$(16)$$

※および/または再生するようになっており、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、前記第1光情報記録媒体を波長 λ_1 で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数を NA_1 、前記第2光情報記録媒体を波長 λ_2 で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数を NA_2 としたとき、

$$t_1 < t_2$$

$$NA_1 > NA_2$$

であって、前記対物レンズの前記第1光束に対する光情報記録媒体側の開口数を $NA(1)$ 、前記対物レンズの前記第1光束に対する結像倍率を m_o1 としたときに、

$$(17)$$

$$(18)$$

20 ★系の軸上球面収差変化量を $\Delta SA1$ としたときに、

$$(19)$$

☆【0064】請求項31に記載の対物レンズは、前記対物レンズの第2の光束に対する結像倍率を m_o2 としたときに、

$$(20)$$

【0070】請求項37に記載の対物レンズは、前記部分ダイクロイックコーティングの波長 λ_2 の光束の反射率が30%から70%であることを特徴とするものである。

【0071】請求項38に記載の対物レンズは、前記対物レンズの両方の面が回折パターンを有し、前記対物レンズと一体化された開口制限手段は、前記対物レンズの一方の面にある第1の光束は透過し、第2の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を回折する部分回折パターンであることを特徴とするものである。

【0072】請求項39に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置において、前記情報記録面に入射する光束を、光軸近傍の内側光束、前記内側光束より外側の中間光束、前記中間光束より外側の外側光束の少なくとも3つの光束に分けた場合において、前記第1の光源からの光束のうち内側光束および外側光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第1の光情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生し、前記第2の光源からの光束の内側光束および中間光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第2の光情報記録媒体に対して情報を記録および/または再生することを特徴とするものである。

50 【0073】請求項40に記載の対物レンズは、前記光

ピックアップ装置において、前記第2の光源からの光束のうち、前記第2の光情報記録媒体の情報記録面に入射する内側領域の波面収差の3次球面収差成分はアンダーであることを特徴とするものである。

【0074】請求項41に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置の前記光検出器が、第1の光源と第2の光源に対して共通であることを特徴とするものである。

【0075】請求項42に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置の前記光検出器が、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とを別々に備え、それぞれ空間的に離れた位置にあることを特徴とするものである。

【0076】請求項43に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置において、少なくとも、前記第1の光源と第1の光検出器もしくは第2の光源と第2の光検出器の一对がユニット化されていることを特徴とするものである。

【0077】請求項44に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置において、前記第1の光源、第2の光源および共通の光検出器（単一の光検出器）は、ユニット化されていることを特徴とするものである。

【0078】請求項45に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置の前記光検出器において、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とが別体であり、前記第1の光源と第2の光源と第1の光検出器と第2の光検出器は、ユニット化されていることを特徴とするものである。

【0079】請求項46に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置において、前記第1の光源と第2の光

$$-1/5 \leq m o 1 \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、環境温度20°Cないし30°Cの範囲内での温度変化 ΔT (°C)に対する前記集光光学系

$$|\Delta S A 1 / \Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{r m s} / ^\circ C$$

を満足し、さらに第2光情報記録媒体の記録及び／又は再生時には光源からの光束のうち中央部分は透過し外側の領域を遮蔽する開口制限手段を有するので、異なる波長の光源からの光束を用いても収差が適切に補正され、しかも対物レンズ1枚で有限共役光学系を構成すること★

$$0.2 \mu m < \Delta Z < 0.7 \mu m$$

であることを特徴とするものである。かかる対物レンズによれば、無限共役光学系を構成した場合でも、光軸ずれに起因する非点収差成分を有効に補正できる。

【0083】請求項50に記載の対物レンズは、軸上色収差が、使用波長近傍で補正過剰であることを特徴とするものである。かかる対物レンズによれば、非点収差成分を更に効果的に補正できる。

$$-1/5 \leq M m i n \leq -1/12$$

を満たし、少なくとも1つの面に回折パターンを有するプラスチックレンズであることを特徴とするものであ

*源とはユニット化されており、前記光検出器とは空間的に離れた位置にあることを特徴とするものである。

【0080】請求項47に記載の対物レンズは、前記光ピックアップ装置において、前記第1の光源から前記対物レンズへ至る光路中もしくは前記第2の光源から前記対物レンズへ至る光路中の少なくとも一方に、光源からの光束の発散度を小さくするカップリングレンズを含むことを特徴とするものである。

【0081】請求項48に記載の対物レンズは、波長 λ 1 (nm)の光源と、前記光源から出射された光束を光情報記録媒体の透明基板を介して前記光情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記光源の出射光束の前記光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有する光ピックアップ装置用の対物レンズであって、前記光ピックアップ装置は、前記光源から光束により、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体及び透明基板の厚さが $t 2$ の第2光情報記録媒体に対して情報を記録または再生し、前記対物レンズはプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも1つの面に回折パターンを有し、前記第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数を $N A 1$ 、前記第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ で記録または再生するために必要な前記集光光学系の光情報記録媒体側の必要開口数を $N A 2$ としたとき、

$$t 1 < t 2$$

$$N A 1 > N A 2$$

であって、前記対物レンズの結像倍率を $m o 1$ としたときに、

$$(22)$$

※系の軸上球面収差変化量を $\Delta S A 1$ としたときに、

$$(23)$$

★がができるため、より低コストでコンパクトな光ピックアップ装置が提供される。

【0082】請求項49に記載の対物レンズは、少なくとも1つの面に回折パターンを有するプラスチックレンズであって、非点収差量を ΔZ としたとき、

$$(24)$$

☆【0084】請求項51に記載の対物レンズは、波長620nmから680nmの光源と、光源とは反対側に厚さ0.6mmのポリカーボネート透明基板を配置し該透明基板を介して測定した波面収差の3次球面収差成分が最小となる前記対物レンズの結像倍率を $M m i n$ としたときに、

$$(25)$$

る。

【0085】請求項52に記載の対物レンズは、その結

像倍率 M_{min} が、

$$-1/5 \leq M_{min} \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とするものである。

【0086】本発明の対物レンズは、ベース面（回折パターンの包絡面）で、環境温度変化による軸上球面収差変化量を補正したとともに、少なくとも1面に設けた回折パターンで、球面収差を補正することによって、樹脂製レンズの欠点である温度変動に伴う屈折率変化に起因する軸上球面収差の変化を抑えることができる。かかる対物レンズは、屈折パワーを有するレンズの表面に、さらに回折パターンである回折のための微細構造（レリーフ）を形成したものであってよい。このとき、回折のための微細構造の包絡面がレンズの屈折面形状となる。例えば、非球面単玉対物レンズの少なくとも一方の面に、いわゆるブレード型の回折パターンが設けられたものであって、子午断面が鋸歯状となる輪帯がその少なくとも一方の面の全面に設けられ、その一方の面の包絡面が非球面、もう一方の面が非球面あるいはそれら両方の面が非球面であるレンズであってよい。

【0087】すなわち、本明細書中で用いる回折パターン（又は回折面）とは、光学素子の表面、例えばレンズの表面に、レリーフを設けて、回折によって光束を集光あるいは発散させる作用を持たせた形態（又は面）のことをいい、一つの光学面に回折を生じる領域と生じない領域がある場合は、回折を生じる領域をいう。レリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むものである。

【0088】本明細書中において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有する1枚のレンズを指し、広義にはそのレンズと共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズ群を指すものとする。ここで、かかるレンズ群には、少なくとも1枚以上のレンズを指すものであり、単玉レンズのみからなるものも含む。従って、本明細書中において、対物レンズの光情報記録媒体側の開口数 NA とは、対物レンズの最も光情報記録媒体側に位置するレンズ面の開口数 NA を指すものである。また、この開口数 NA は、光ピックアップ装置に設けられた絞りやフィルタ等の絞り機能を有する部品又は部材によって、光源からの光束が制限された結果として定義される開口数 NA である。

【0089】本明細書中において、光情報記録媒体としては、例えば、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM等の各

(26)

種CD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD-Video等の各種DVD、或いはMD等のディスク状の現在の光情報記録媒体のみならず、次世代の記録媒体なども含まれる。多くの光情報記録媒体の情報記録面上には透明基板が存在する。しかしながら、透明基板の厚さが殆どゼロに近いもの、あるいは透明基板が全くないものも存在もしくは提案されている。説明の都合上、本明細書中「透明基板を介して」と記載することがあるが、かかる透明基板は厚さがゼロである、すなわち透明基板が全くない場合も含むものである。

【0090】本明細書中において、情報の記録および再生とは、上記のような情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録すること、情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明の光ピックアップ装置は、記録だけ或いは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、或る情報記録媒体に対しては記録を行い、別の情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、或る情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の情報記録媒体に対しては記録及び再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【0091】本発明の光ピックアップ装置は、各種のプレーヤまたはドライブ等、あるいはそれらを組み込んだAV機器、パソコン、その他の情報端末等の音声および/または画像の記録および/または再生装置に搭載することができる。

【0092】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0093】一般に、回折輪帯（各輪帯の位置）のピッチは、後述の実施例で詳述する位相差関数若しくは光路差関数を使って定義される。具体的には、位相差関数 Φ_b は単位をラジアンとして以下の【数1】で表され、光路差関数 Φ_B は単位をmmとして【数2】で表わされる。

【数1】

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h^{2i}$$

【数2】

$$\Phi_B = \sum_{i=1}^{\infty} B_{2i} h^{2i}$$

【0094】これら2つの表現方法は、単位が異なるが、回折輪帯のピッチを表わす意味では同等である。即ち、主波長 λ （単位mm）に対し、位相差関数の係数 b に、 $\lambda/2\pi$ を掛ければ光路差関数の係数 B に換算でき、また逆に光路差関数の係数 B に、 $2\pi/\lambda$ を掛けば位相差関数の係数 b に換算できる。

【0095】今、説明を簡単にする為、1次回折光を用いる回折レンズについて述べることにすると、光路差関数なら、関数値が主波長 λ の整数倍を超える毎に輪帯が刻まれ、位相差関数なら、関数値が 2π の整数倍を超える毎に輪帯が刻まれることになる。

【0096】例えば、屈折パワーのない円筒状の両平面の物体側面に回折輪帯を刻んだレンズを想定し、主波長を $0.5\mu = 0.0005\text{mm}$ 、光路差関数の2次係数（2乗項）を -0.05 （位相差関数の2次係数に換算すると -628.3 ）、他の次数の係数を全て零とすると、第1輪帯の半径は $h = 0.1\text{mm}$ であり、第2輪帯の半径は $h = 0.141\text{mm}$ ということになる。また、この回折レンズの焦点距離 f については、光路差関数の*

*2次係数 $B_2 = -0.05$ に対して、 $f = -1/(2 \cdot B_2) = 10\text{mm}$ となることが知られている。

【0097】今、上記の定義を基にした場合、位相差関数若しくは光路差関数の2次係数を零でない値とすることにより、レンズにパワーを持たせることができる。また、位相差関数若しくは光路差関数の2次以外の係数、例えば、4次係数、6次係数、8次係数、10次係数等を零でない値とすることにより、球面収差を制御することができる。尚、ここで、制御するということは、屈折パワーを有する部分が持つ球面収差を、逆の球面収差を発生させて補正したり、全体の球面収差を所望な値にすることを意味する。

【0098】更に、後述する実施例1～4の光ピックアップ用対物レンズは、少なくとも一方の光学面に回折パターンを形成すると共に、次の【数3】で表される非球面形状を光学面の両面に有している。

【0099】

【数3】

$$Z = \frac{h^2/R_0}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/R_0)^2}} + \sum_{i=1}^{\infty} A_i h^{P_i}$$

【0100】ただし、 Z は光軸方向の軸、 h は光軸と垂直方向の軸（光軸からの高さ：光の進行方向を正とする）、 R_0 は近軸曲率半径、 κ は円錐係数、 A は非球面係数、 P は非球面のべき数である。

【0101】（実施例）以下、対物レンズの具体的な実施例について説明する。

【0102】実施例1～3は、基準波長 $\lambda = 650\text{nm}$ 、基準温度 $T = 25^\circ\text{C}$ 、焦点距離 $f = 3.05\text{mm}$ 、開口数 $NA = 0.6$ 、光情報記録媒体としての光ディスクの透明基板の厚さが 0.6mm 、結像倍率 $m_o = -1/6$ とした対物レンズである。尚、これより示すレンズデータ内において、10のべき乗数（例えば、 2.5×10^{-3} ）を、 E （例えば、 $2.5 \times E^{-3}$ ）を用いて

表している。また、光路差関数の設計波長は $\lambda = 650\text{nm}$ である。

【0103】（実施例1）表1に本実施例にかかる対物レンズのレンズデータ、図1に対物レンズの断面図、図2に基準波長、基準温度における球面収差図を示す。本実施例の対物レンズは、回折効果による近軸パワー（屈折パワー比率 $\Phi_R/\Phi_O = 1.0$ ）を有していない。

尚、屈折パワー比率とは、対物レンズの光源の波長 λ （nm）におけるパワーを Φ_O 、屈折パワーを Φ_R としたとき、 Φ_R/Φ_O で表せるものであり、例えば $0.3 \leq \Phi_R/\Phi_O \leq 1.5$ とすれば、光源の波長変動による焦点位置の変動を小さく抑えることが出来る。

【表1】

実施例1

$f_0=3.05$ $NA=0.6$ $\phi R/\phi O=1.0$
 基準波長 $\lambda=650nm$

i	ri	di	材料
1	∞	21.006	
2	2.111838	1.720	オレフィン系樹脂
3	-5.345653	2.3075	
4	∞	0.600	PC

非球面データ

第2面 非球面係数

κ	-1.66947E+00		
A1	1.06186E-02	P1	4.0
A2	-1.67834E-03	P2	6.0
A3	1.27113E-04	P3	8.0
A4	1.91739E-08	P4	10.0

光路差関数

B2	0.00000E+00
B4	-3.84012E-03
B6	-1.29575E-04
B8	-2.81584E-05
B10	9.85356E-06
B12	-1.94542E-07

第3面 非球面係数

κ	-3.1740431E+01		
A1	4.10213E-03	P1	4.0
A2	-6.96987E-04	P2	6.0
A3	6.77155E-05	P3	8.0
A4	-6.41841E-06	P4	10.0
A5	1.85087E-07	P5	12.0

【表2】

 $\lambda=650nm$

	$\Delta T(^{\circ}C)$	-30	0	30
reference	SA3	-0.094	0.000	0.092
実施例1	SA3	0.003	0.000	-0.002
実施例2	SA3	0.001	0.001	0.000
実施例3	SA3	-0.045	0.002	0.047

	$\Delta T(^{\circ}C)$	-30	0	30
実施例3	λ	644nm	650nm	656nm
	SA3	-0.001	0.002	0.001

波面収差の単位は(λ)

【0104】実施例1及び後述する実施例2、3の対物レンズについて、基準温度25 $^{\circ}C$ 及びそれに対し $\pm 30^{\circ}C$ における軸上球面収差変化量SA3を計算した結果を表2に示す。表2において、温度変化に対する球面収差の変化は、3次球面収差成分(SA3：単位は λ)が主体なので3次球面収差成分のみの値を示す。表中には、比較例として、本実施例と同じ仕様で屈折系のみで形成した設計例を示す。

【0105】表2に示すように、実施例1においては、

温度変化により比較例では発生している球面収差変化が良好に補正されている。

【0106】(実施例2)表3に本実施例にかかる対物レンズのレンズデータ、図3に対物レンズの断面図、図4に基準波長、基準温度における球面収差図を示す。本実施例の対物レンズでは、回折効果による近軸パワー(屈折パワー比率 $\phi R/\phi O=0.9$)を有している。

【表3】

$f_0=3.05$ $NA=0.6$ $\phi R/\phi O=0.9$
 基準波長 $\lambda=650nm$

i	ri	di	材料
1	∞	21.1073	
2	2.220503	1.720	オレフィン系樹脂
3	-7.57949	2.2288	
4	∞	0.600	PC

非球面データ

第2面 非球面係数

κ	-1.956039E+00		
A1	1.102176E-02	P1	4.0
A2	-1.402180E-03	P2	6.0
A3	5.082352E-05	P3	8.0
A4	1.515291E-05	P4	10.0

光路差関数

B2	-1.781068E-02
B4	-2.561246E-03
B6	-2.462032E-04
B8	-7.280545E-06
B10	4.189715E-06

第3面 非球面係数

κ	-3.468302E+01		
A1	2.339224E-03	P1	4.0
A2	-5.434985E-05	P2	6.0
A3	1.083625E-04	P3	8.0
A4	-1.202890E-05	P4	10.0

【0107】表2に示すように、本実施例においては、温度変化により比較例では発生している球面収差変化が良好に補正されている。

【0108】さて、上記に示した実施例1、2では、温度によって波長の変化しない光源（SHGレーザーなど）に適した実施例である。次に示す実施例では、光源として比較的安価な光源（半導体レーザーなど）にしたときの実施例である。一般に半導体レーザーは、使用環境の温度が変化するとレーザーの波長も変化する。以下

に述べる本実施例では、半導体レーザーの温度によるレーザーの波長の変化が、 $0.2nm/^\circ C$ としている。

【0109】（実施例3）表4に本実施例にかかる対物レンズのレンズデータ、図5に対物レンズの断面図、図6に基準波長、基準温度における球面収差図を示す。回折効果による近軸パワー（屈折パワー比率 $\phi R/\phi O=0.9$ ）は、実施例2と同じである。

【表4】

実施例3

$f_0 = 3.05$ $NA = 0.6$ $\phi RO / \phi O = 0.9$
基準波長 $\lambda = 650\text{nm}$

i	ri	di	材料
1	∞	21.1073	
2	2.220503	1.720	オレフィン系樹脂
3	-7.57949	2.2288	
4	∞	0.600	PC

非球面データ

第2面 非球面係数

κ	-1.946922E+00		
A1	1.183956E-02	P1	4.0
A2	-1.173821E-03	P2	6.0
A3	5.529542E-05	P3	8.0
A4	1.381534E-05	P4	10.0

光路差関数

B2	-1.781068E-02
B4	-1.039147E-03
B6	-1.322513E-04
B8	6.933867E-07
B10	9.144614E-07

第3面 非球面係数

κ	-1.547917E+01		
A1	1.587504E-03	P1	4.0
A2	1.830772E-05	P2	6.0
A3	1.097764E-04	P3	8.0
A4	-1.125128E-05	P4	10.0

【0110】ところで、通常のレンズにおいては、3次球面収差は、所定温度で最小となり、その前後で漸減もしくは漸増する傾向があることに鑑みると、表2に示す基準温度25℃+30℃における値と、基準温度25℃-30℃における値とでその符号が反転していることから、いずれの実施例もかかる範囲内で極小値を有しないと判断できる。したがって、少なくとも基準温度25℃±5℃（20℃～30℃）の範囲における単位変化量 $|SA3/\Delta T|$ は、平均値{（基準温度25℃+30℃における値）-（基準温度25℃-30℃における値）}÷60に近似すると考えられる。

*【0111】更に、表2の上段に示すように、温度変化 ΔT （℃）に対する3次球面収差変化量SA3は、実施例1～3のうち実施例3が最も大きい。従って、比較例と実施例3とを比較考察することとする。ここで、光源の波長が温度と共に変化することをふまえると、実施例3の実際の3次球面収差変化量SA3は、表2の下段に示すように小さくなる。

【0112】以上より、3次球面収差変化量の最も大きい実施例3の場合でも、少なくとも基準温度25℃±5℃（20℃～30℃）の範囲における単位変化量は、

$$|SA3/\Delta T| = (0.001 + 0.001) (\lambda) \div 60 (\text{℃}) \\ = 0.000033 \leq 0.0005$$

となり、請求項1、6、24、25、30、48に記載された関係を満たしていると判断できる。一方、比較例の場合、光源の波長変動は考慮されていないが、かかる比較例で波長が変動した場合はさらに球面収差の変動が大きくなってしまい、

$$|SA3/\Delta T| > 0.0005$$

となることが明らかであるので、請求項1、6、24、25、30、48に記載された関係を満たしていないことが判る。本実施例によれば、温度変化により比較例では発生している球面収差変化が良好に補正されている。

【0113】ここで、上記実施例3にかかる対物レンズを用いた光ピックアップ装置において、異なる波長の光源からの光束を用いて、異なる基板厚の光情報記録媒体に対して情報の記録/又は再生を行う場合について考察

する。このとき、光源と透明基板の光源側の面との距離が、実施例3の配置と変わらないように基板を配置した（すなわち透明基板の機械的基準面が光源側としている）。すなわち検出器の位置を一定としている。これにともなって、近軸焦点位置は変化するが焦点位置が合うようにレンズをデフォーカスさせた。尚、後述する実施例4以降においては、検出器の位置は一定ではない。

【0114】図7は、波長 $\lambda = 780\text{nm}$ 、透明基板厚1.2mm、開口数0.6のときの球面収差図である。開口数0.6では、残留収差が大きく良好な結像性能を得ることができないが、例えば、CD（コンパクトディスク）のように開口数0.45程度であれば、十分な結像性能である。さらに、公知の波長選択フィルターなどを用いればフレア部分を取り除くことができ良好な結像

性能を得られる。したがって、単レンズで異なる波長（650nm、780nm）、異なる基板厚（0.6mm、1.2mm）において同時に必要な結像性能を得ることができる。

【0115】つぎに、開口数の小さいところでも、球面収差が残留するように光源と透明基板の光源側の面との距離を変えたときの球面収差図を図8に示す。上記の場合と異なり、開口数0.45にしても十分な結像性能は得られない。しかし、以下に示す実施例4のように、公知の技術で対物レンズのどちらかの光学面に分割面を設けることにより、十分な結像性能の得られる。かかる場*

実施例4

$f_0=3.05$ $NA=0.6$ $\phi R0/\phi O=0.9$
基準波長 $\lambda=650nm$

i	r_i	$d1i$	$d2i$	材料
1	∞	21.1073	19.6462	
2	2.220503	1.720	1.720	オレフィン系樹脂
3	-7.57949	2.2288	1.8225	
4	∞	0.600	1.200	PC

$d1: \lambda=650nm$ の時

$d2: \lambda=780nm$ の時

非球面データ

第2面

非球面係数

κ	-1.946922E+00
A1	1.183956E-02
A2	-1.173821E-03
A3	5.529542E-05
A4	1.381534E-05
光路差関数	
B2	-1.781068E-02
B4	-1.039147E-03
B6	-1.322513E-04
B8	6.933867E-07
B10	9.144614E-07

P1	4.0
P2	6.0
P3	8.0
P4	10.0

第3面

非球面係数

第1、3分割面 ($0 \leq H \leq 1.404$ 、 $1.581 \leq H$)

κ	-1.547917E+01
A1	1.587504E-03
A2	1.830772E-05
A3	1.097764E-04
A4	-1.125128E-05

P1	4.0
P2	6.0
P3	8.0
P4	10.0

第2分割面 ($1.404 \leq H \leq 1.581$)

κ	-1.371961E+01
A1	2.178570E-03
A2	1.601920E-05
A3	1.015600E-04
A4	-1.102240E-05

P1	4.0
P2	6.0
P3	8.0
P4	10.0

【0117】第1光情報記録媒体に対応して必要開口数を0.6、第2光情報記録媒体に対応して必要開口数を0.45とした場合でも、本実施例では、いずれにおいても十分な結像性能を得ることができる。

【0118】また、実施例4においては、実施例3の対物レンズの回折面と反対側の面に、輪帯状の分割面を設けたものであり、 $\lambda 1=650nm$ 、 $t 1=0.6mm$

*合には、単レンズで異なる波長（650nm、780nm）、異なる基板厚（0.6mm、1.2mm）において同時に必要な結像性能を得ることができる。

【0116】（実施例4）表5に本実施例にかかる対物レンズのレンズデータ、図9に第1光源 $\lambda 1=650nm$ 、第1光情報記録媒体の透明基板厚 $t 1=0.6mm$ での球面収差図、図10に第2光源 $\lambda 2=780nm$ 、第2光情報記録媒体の透明基板厚 $t 2=1.2mm$ での球面収差図、図11、12に各条件に対応した対物レンズの断面図を示す。

【表5】

での温度特性は実施例3と変わらず十分補正されている。尚、表5中のHは光軸からの高さを表しており、分割領域を規定している。

【0119】表6に、実施例1～4で用いた樹脂素材の波長に対する屈折率を示す。

【表6】

オレフィン系樹脂	656nm	650nm	644nm	780nm
屈折率	1.5398	1.5400	1.5403	1.5362
$\Delta n/\Delta T$	$1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$			
PC	656	650	644	780nm
屈折率	1.57745	1.57787	1.57829	1.5700
$\Delta n/\Delta T$	$1.4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$			

【0120】図13は、上記の対物レンズの実施例1～4を適用できる光ピックアップ装置（1光源1検出器タイプ）にかかる実施の形態の例を示す概念図である。この実施の形態の例では、半導体レーザを用いているので、特に実施例3の対物レンズを適用することが望ましい。光ピックアップ装置100において、光源である半導体レーザ111からの光束は、光合波手段であるビームスプリッタ120を透過し、絞り17により所定開口数に絞られ、回折一体型対物レンズ160を介して、光情報記録媒体である高密度記録用光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220上にスポットを形成する。半導体レーザ光の波長（基準波長）は、680nm以下であること好ましく、500nm以下であると更に好ましい。ここでは、実施例1～3の対物レンズの仕様に合わせて650nmのレーザ光を用いた。

【0121】情報記録面220で情報ビットにより変調された反射光束は、再び回折一体型対物レンズ160を介して収束光となり、更に絞り17を通過してビームスプリッタ120で反射され、シリンドリカルレンズ180を経て、非点収差と倍率変換がなされ、光検出器300の受光面に収束する。尚、図中の150は、フォーカス制御およびトラッキング制御のためのアクチュエータである。

【0122】尚、後述する実施の形態を含めて、アクチュエータ150により、対物レンズ160は、その光軸に垂直な方向にトラッキング駆動されることで光源である半導体レーザ111との相対位置が変化し、かかる場合対物レンズ160を出射した光束の波面収差の非点収差成分が最小となる位置は、対物レンズ160の光軸と半導体レーザ111の光束中心とがずれている位置であるため、非点収差が所定値より小さい範囲をより拡大させることが出来る。また、半導体レーザと光情報記録媒体の情報記録面との距離を U は、10mmより大きく40mmより小さくすると、光ピックアップ装置100をコンパクトに出来るため好ましい。

【0123】更に、絞り17も実施例の対物レンズの仕様に合わせて、ディスク16側の開口数が所定の値となるように適宜設定した。本実施の形態において、絞り17の直前に液晶シャッタを設けることも出来る。

【0124】図14は、上記の対物レンズの実施例1～4を適用できる光ピックアップ装置（2光源2検出器タイプ）にかかる実施の形態の例を示す概念図である。この実施の形態の例では、2光源を用いているため、特に実施例4の対物レンズを適用することが望ましい。図1

4の光ピックアップ装置においては、第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111は、レーザ/検出器集積ユニット410において光検出器301およびホログラム231をユニット化し、第1半導体レーザ111から出射された光束は、ホログラム231を透過し、光合波手段であるビームスプリッタ190を透過し、さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0125】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、ビームスプリッタ190を透過し、ホログラム231で回折されて光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0126】また、光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させるようになっている。

【0127】第2の光ディスクを再生する場合、第2半導体レーザ112は、レーザ/検出器集積ユニット42において光検出器302およびホログラム232をユニット化し、第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム232を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0128】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160及び絞り170を透過し、ビームスプリッタ190で反射され、ホログラム232で回折されて光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0129】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、この検出に基づいて2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させるようになっている。

【0130】本実施の形態において、並びに後述する2レーザタイプの実施の形態においては、第1の光ディスク200を波長 λ_1 の第1光束を用いて記録または再生する際における、対物レンズ160の光ディスク側の必要開口数を NA_1 とし、第2の光ディスク200を波長

$\lambda 2$ の第 2 光束を用いて記録または再生する際に、対物レンズ 160 の光ディスク側の必要開口数を $NA 2$ としたとき、 $t 1 < t 2$ かつ $NA 1 > NA 2$ であつ *

$$NA (1) \geq 0.56$$

$$-1/5 \leq m o 1 \leq -1/7.5$$

を満たすとともに、上述したように、少なくとも環境温度 $20^{\circ}C \sim 30^{\circ}C$ の範囲内で温度変化 $\Delta T (^{\circ}C)$ に対 *

$$|\Delta SA 1 / \Delta T| \leq 0.0005 \lambda_{rms} / ^{\circ}C$$

を満たしている。

【0131】更に、図示してはいないが、第 1 の光束と第 2 の光束が共通して通過する光路上、すなわち対物レンズ 160 の回折パターン面と反対側の面に、第 1 の光束は透過し、第 2 の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を反射（遮蔽）する開口制限手段としての、部分ダイクロイックコーティングを設けている。かかる部分ダイクロイックコーティングは、波長 $\lambda 2$ の光束の反射率が 30% から 70% である。

【0132】本実施の形態の変形例として、対物レンズ 160 の両方の面が回折パターンを有し、対物レンズと一体化された開口制限手段として、対物レンズ 160 の一方の面にある第 1 の光束は透過し、第 2 の光束のうち中央部分は透過し外側の領域を回折する部分回折パターンを形成することも考えられる。

【0133】更に、本実施の形態の別な変形例としては、光ディスク 200 の情報記録面 220 に入射する光束を、光軸近傍の内側光束、前記内側光束より外側の中間光束、前記中間光束より外側の外側光束の少なくとも 3 つの光束に分けた場合において、第 1 半導体レーザ 111 からの光束のうち内側光束および外側光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第 1 の光ディスク 200 に対して情報を記録および/または再生し、前記第 2 の半導体レーザ 112 からの光束の内側光束および中間光束を主に利用することによりビームスポットを形成し、第 2 の光ディスク 200 に対して情報を記録および/または再生するようにしても良い。

【0134】このように、開口制限手段を構成することによって、情報記録面 220 上のスポット径を調整でき、それにより種類の異なる光ディスクに対して、適切な情報の記録又は再生が可能となる。

【0135】尚、第 2 の半導体レーザ 112 からの光束のうち、第 2 の光ディスク 200 の情報記録面 220 に入射する内側領域の波面収差の 3 次球面収差成分はアンダーであると好ましい（図 10 参照）。

【0136】図 15 の第 3 の光ピックアップ装置（2 光源 2 検出器タイプ）は、記録再生用の光学系に適した構成であるが、情報の記録および再生の態様について説明する。

【0137】第 1 の光ディスク 200 を再生する場合、第 1 光源としての第 1 半導体レーザ 111 からビームを出射し、発散光束の発散度を小さくするカップリングリ

*て、対物レンズ 160 の第 1 光束に対する光ディスク側の開口数を $NA (1)$ 、対物レンズ 160 の第 1 光束に対する結像倍率を $m o 1$ としたときに、

$$(17)$$

$$(18)$$

※する対物レンズ 160 の軸上球面収差変化量を $\Delta SA 1$ としたときに、

$$(19)$$

ングレンズ 60、光合波手段であるビームスプリッタ 190、ビームスプリッタ 120 を透過し、さらに絞り 170 によって絞られ、対物レンズ 160 により第 1 の光ディスク 200 の透明基板 210 を介して情報記録面 220 に集光される。

【0138】そして情報記録面 220 で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 160、絞り 170 を透過して、ビームスプリッタ 120 に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ 180 で非点収差が与えられ、凹レンズ 50 を介して光検出器 301 上へ入射し、その出力信号を用いて、第 1 の光ディスク 200 に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0139】また、光検出器 301 上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて 2 次元アクチュエータ 150 が第 1 の半導体レーザ 111 からの光束を第 1 光ディスク 200 の記録面 220 上に結像するように対物レンズ 160 を移動させると共に、半導体レーザ 111 からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ 160 を移動させる。

【0140】第 2 の光ディスクを再生するための第 2 光源としての第 2 半導体レーザ 112 は、レーザ/検出器集積ユニット 400 に光検出器 302 およびホログラム 230 とユニット化されている。「ユニット」あるいは「ユニット化」とは、ユニット化されている部材や手段が一体となって光ピックアップ装置に組込ができるようになっていることを意味し、装置の組立て時には 1 部品として組付けることができる状態にされている。

【0141】第 2 半導体レーザ 112 から出射された光束は、ホログラム 230 を透過し、光合波手段であるビームスプリッタ 190 で反射され、ビームスプリッタ 120 を透過し、さらに絞り 170、対物レンズ 160 を介して第 2 の光ディスク 200 の透明基板 210 を介して情報記録面 220 に集光される。

【0142】そして、情報記録面 220 で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 160、絞り 170、ビームスプリッタ 120 を透過し、ビームスプリッタ 190 で反射され、ホログラム 230 で回折されて光検出器 302 上へ入射し、その出力信号を用いて、第 2 光ディスク 200 に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0143】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0144】図16に示す第4の実施の形態にかかる光ピックアップ装置（2光源1検出器タイプ）においては、第1の光ディスクの再生用の第1光源である半導体レーザ111と、第2の光ディスク再生用の第2光源である半導体レーザ112とを有している。

【0145】まず第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、出射された光束は、両半導体レーザ111、112からの出射光の光合波手段であるビームスプリッタ190を透過し、ビームスプリッタ120、を透過し、絞り17によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0146】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り17を透過して、ビームスプリッタ120に入射し、ここで反射してシリンドリカルレンズ180により非点収差が与えられ、光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0147】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1の光ディスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0148】第2の光ディスクを再生する場合、第2半導体レーザ112からビームを出射し、出射された光束は、光合波手段であるビームスプリッタ190で反射され、上記第1半導体111からの光束と同様、ビームスプリッタ190、絞り17、対物レンズ160を介して第2の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0149】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り17、ビームスプリッタ190、シリンドリカルレンズ180を介して、光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0150】また、第1の光ディスクの場合と同様、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッ

キングのために対物レンズ160を移動させるようになっている。

【0151】図17に示す第5の実施の形態の光ピックアップ装置（2光源1検出器1ユニットタイプ）においては、第1光源としての第1半導体レーザ111、第2光源としての第2半導体レーザ112、光検出器30、ホログラム230がレーザ/検出器集積ユニット430としてユニット化されている。

【0152】第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111から出射された光束は、ホログラム230を透過し、さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0153】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を透過し、ホログラム230で回折されて光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第1光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0154】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0155】第2の光ディスクを再生する場合、第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230を透過してほぼ平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0156】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を透過し、ホログラム230で回折されて光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0157】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、この検出に基づいて2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0158】図18に示す第6の実施の形態にかかる光ピックアップ装置（2光源2検出器1ユニットタイプ）においては、第1光源としての第1半導体レーザ111、第2光源としての第2半導体レーザ112、第1の光検出器301、第2の光検出器302、ホログラム230がレーザ/検出器集積ユニット430としてユニット化されている。

【0159】第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111から出射された光束は、ホログラム2

30のディスク側の面を透過し、さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0160】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を透過し、ホログラム230のディスク側の面で回折され、第1の光源に対応した光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0161】また、光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0162】第2の光ディスクを再生する場合、第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230の半導体レーザ側の面で回折される。このホログラムの半導体レーザ側の面は、光合成手段としての機能を果たす。かかる回折光は、さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0163】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を透過し、ホログラム230のディスク側の面で回折されて第2の光源に対応した光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0164】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、この検出に基づいて2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0165】図19に示す第7の実施の形態にかかる光ピックアップ装置（2光源1パッケージタイプ）においては、第1光源としての第1半導体レーザ111から出射されたビームは、光合波手段であるビームスプリッタ120を透過し、さらに絞り17によって絞られ、対物レンズ16により第1の光ディスク20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。

【0166】そして情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、絞り17を透過して、ビームスプリッタ12に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ180で非点収差が与えられ、凹レンズ50を介して光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク20に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0167】また、光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて2次元アク

チュエータ（不図示）が第1の半導体レーザ111からの光束を第1光ディスク20の記録面22上に結像するように対物レンズ16を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ16を移動させる。

【0168】第2半導体レーザ112から出射されたビームは、光合波手段であるビームスプリッタ120を透過し、さらに絞り17、対物レンズ16を介して第2の光ディスク20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。

【0169】そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、絞り17、ビームスプリッタ120で反射され、シリンドリカルレンズ180で非点収差が与えられ、凹レンズ50を介して光検出器301上へ入射して、その出力信号を用いて、第2光ディスク20に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0170】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、2次元アクチュエータ（不図示）により、合焦、トラッキングのために対物レンズ16を移動させるようになっている。

【0171】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると有限共役光学系において、使用環境温度により屈折率が変化する材料を用いた場合においても比較的簡単な構成で温度変化による球面収差の変化を補正することができ、また、光源が環境温度によって波長が変動するような光学系であってもその波長変動による球面収差の変化および、材料の屈折率変動による球面収差の変化の両方を補正することができる。さらに、公知の技術と組み合わせることによって異なる波長、厚さの異なる光情報記録媒体に対しても十分な結像性能が得られる。したがって、低コストで製造可能な光ピックアップ装置用対物レンズ、これを備えた光ピックアップ装置、さらにはこれを備えた記録再生装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の対物レンズの断面図である。

【図2】実施例1の対物レンズによる基準波長、基準温度における球面収差図である。

【図3】実施例2の対物レンズの断面図である。

【図4】実施例3の対物レンズによる基準波長、基準温度における球面収差図である。

【図5】実施例3の対物レンズの断面図である。

【図6】実施例3の対物レンズによる基準波長、基準温度における球面収差図である。

【図7】波長 $\lambda = 780\text{ nm}$ 、透明基板厚1.2 mm、開口数0.6のときの球面収差図である。

【図8】図7に対し、光源と透明基板の光源側の面との距離を変えたときの球面収差図である。

【図9】第1光源 $\lambda_1 = 650\text{ nm}$ 、第1光情報記録媒体の透明基板厚 $t_1 = 0.6\text{ mm}$ での球面収差図である。

【図10】、第2光源 $\lambda_2 = 780\text{ nm}$ 、第2光情報記録媒体の透明基板厚 $t_2 = 1.2\text{ mm}$ での球面収差図である。

【図11】図9に対応する実施例4の対物レンズの断面図である。

【図12】図10に対応する実施例4の対物レンズの断面図である。

【図13】第1の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概念図である。

【図14】第2の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概念図である。

【図15】第3の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概念図である。

【図16】第4の実施の形態にかかる光ピックアップ装置

置の概念図である。

【図17】第5の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概念図である。

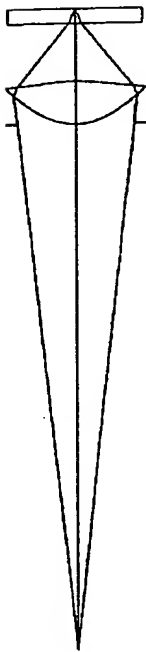
【図18】第6の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概念図である。

【図19】第7の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概念図である。

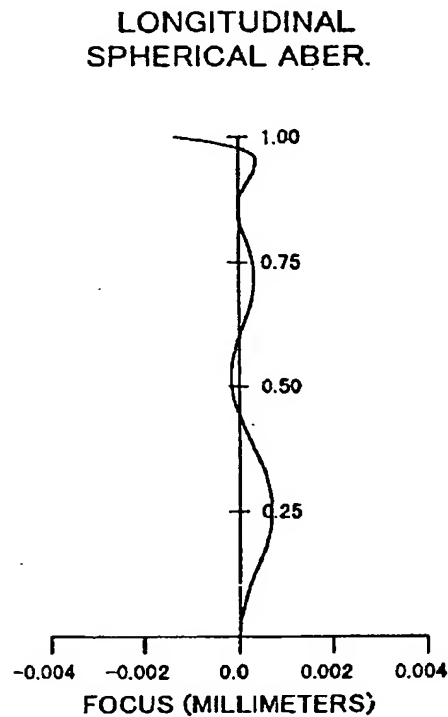
【符号の説明】

- 100 光ピックアップ装置
200 アクチュエータ
111 半導体レーザ（第1の半導体レーザ）
112 第2の半導体レーザ
160 対物レンズ
300 光検出器
201 第1の光検出器
302 第2の光検出器

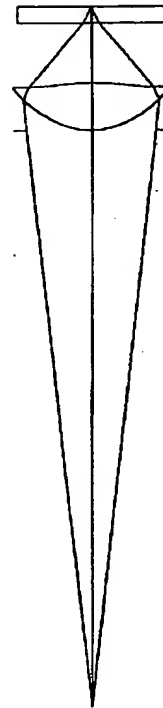
【図1】



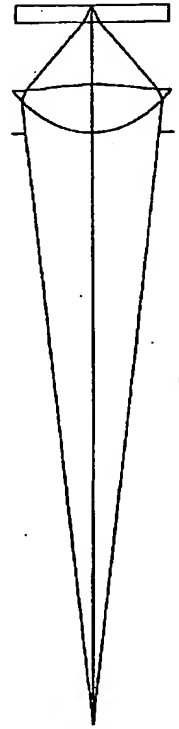
【図2】



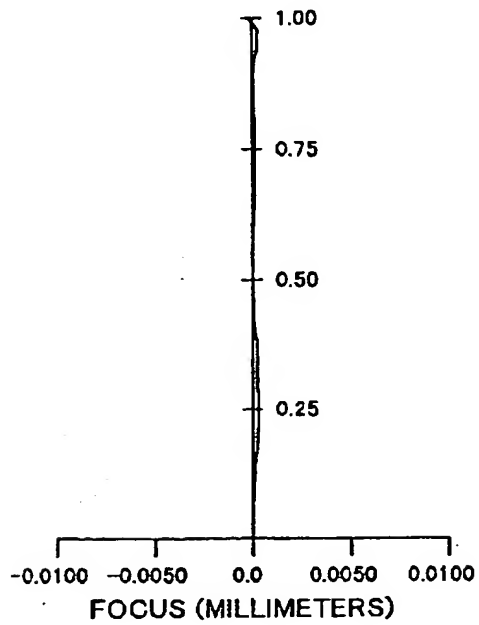
【図3】



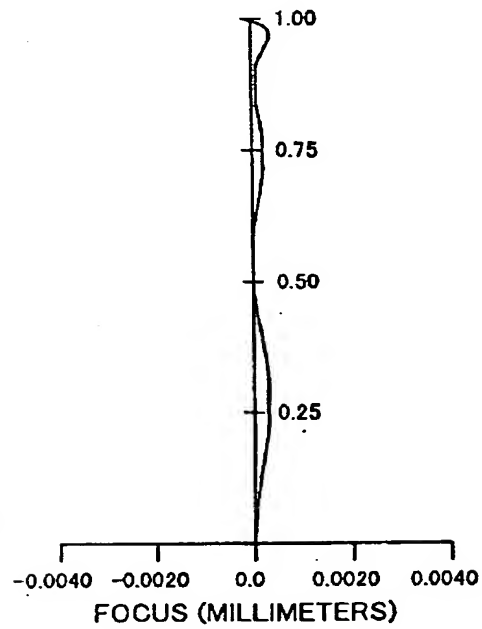
【図5】



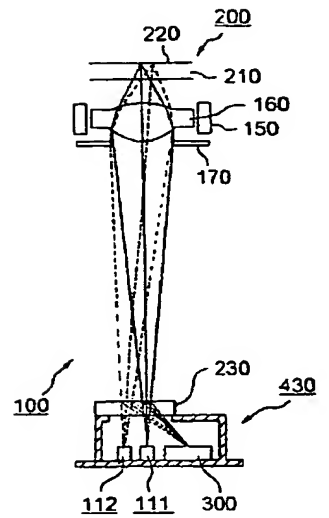
【図4】

LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.

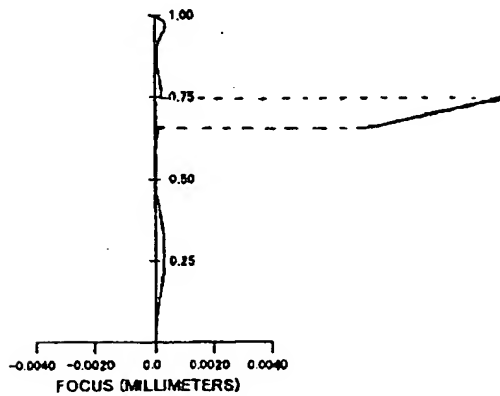
【図6】

LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.

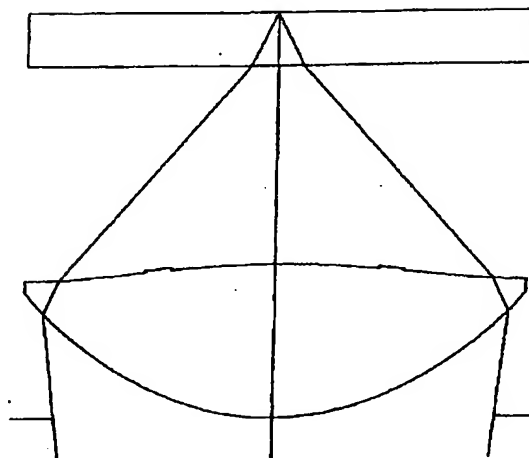
【図17】



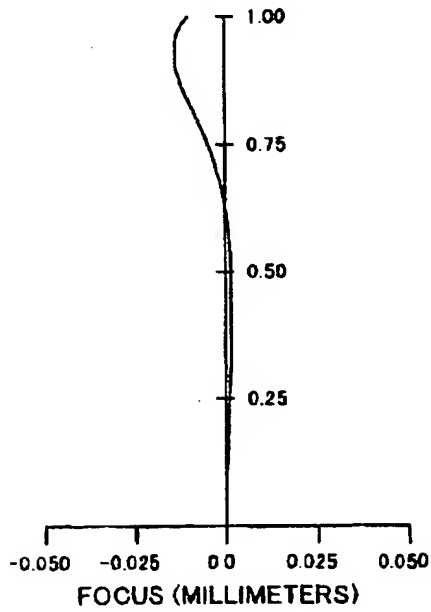
【図9】

LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.

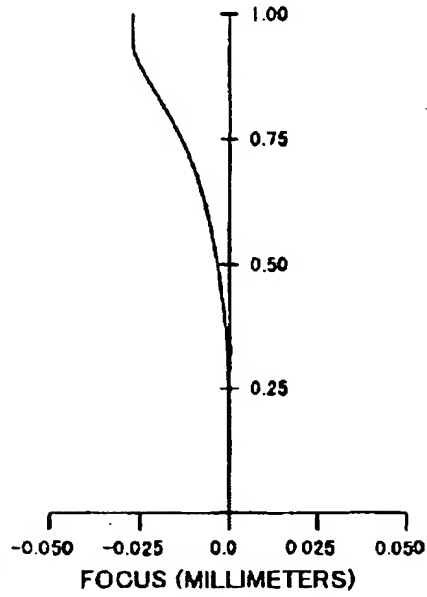
【図11】



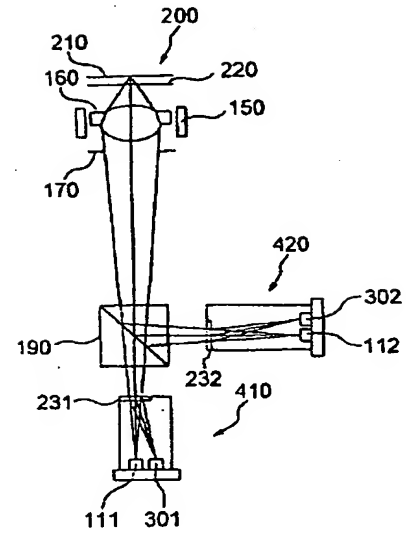
【図7】

LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.

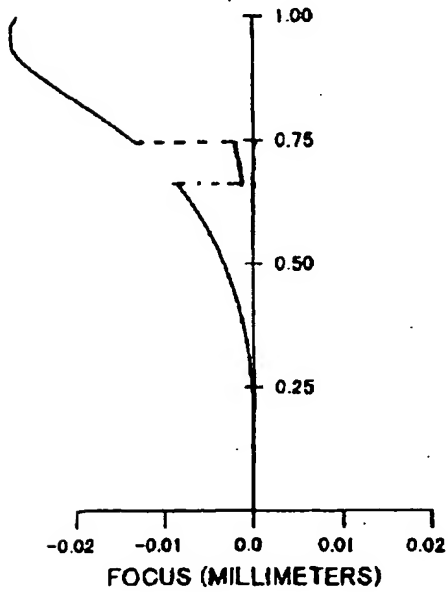
【図8】

LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.

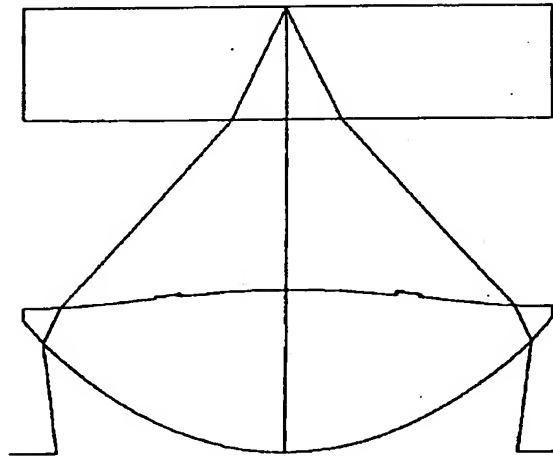
【図14】



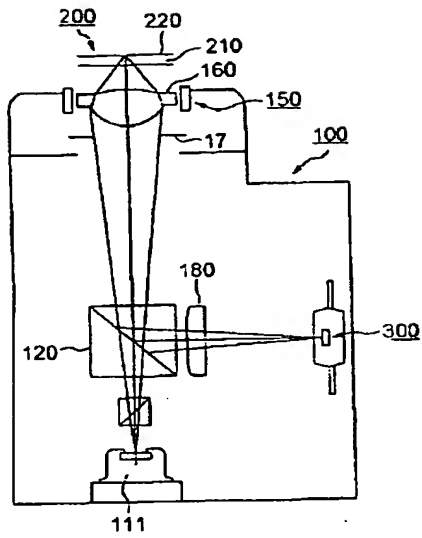
【図10】

LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.

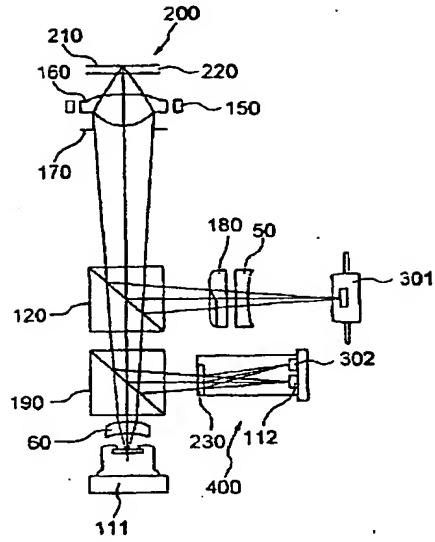
【図12】



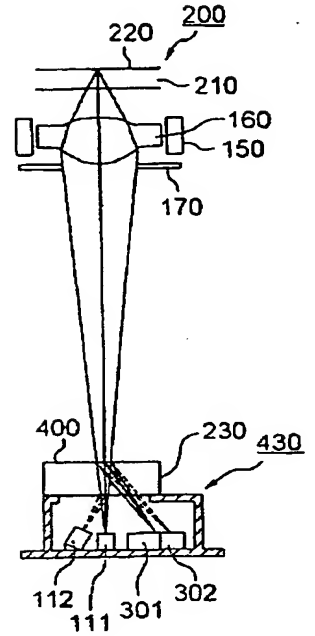
【図13】



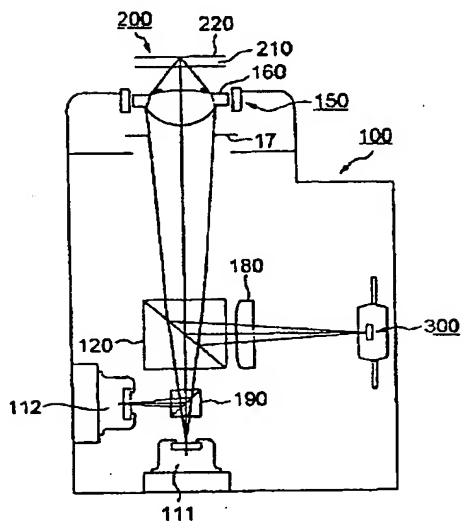
【図15】



【図18】



【図16】



【図19】

